

Tuomas Soisalo

Suurtalouskeittiöiden sähkösuunnittelu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

4.12.2017

Tekijä Otsikko	Tuomas Soisalo Suurtalouskeittiöiden sähkösuunnittelu
Sivumäärä Aika	26 sivua + 4 liitettä 4.12.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Suunnittelupäällikkö Juha-Pekka Laiho Lehtori Osmo Massinen
<p>Opinnäytetyössä tutkittiin suurtalouskeittiöiden tekniikkaa sähkösuunnittelijan näkökulmasta. Työssä on tutkittu erilaisia suurtalouskeittiön laitteita, niiden toimintaa ja sähköistystä.</p> <p>Opinnäytetyön asiakkaan toimi Sweco Talotekniikka Oy, joka on yksi Suomen suurimpia suunnittelu- ja konsulttitoimistoja.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa asiakasyritykselle esimerkkisuunnitelmien kautta selkeä pohja tuleviin projekteihin, joiden osana suurtalouskeittiö esiintyy.</p> <p>Laitetoimittajiin ja vanhoihin projekteihin perehtymällä muodostui selkeä käsitys suurtalouskeittiöiden erikoispiirteistä sähköistuksen kannalta. Tällaisia ovat esimerkiksi vuorotellun huomiointi, suurien laitteiden sähkötekniinen mitoitus ja rakennusautomaation integrointi ruoanvalmistuslaitteisiin. Suurimpana haasteena oli kirjallisen lähdemateriaalin vähäinen saatavuus.</p> <p>Työn lopputuloksena syntyi kattavat esimerkkisuunnitelmat, joita voidaan soveltaa erityisesti koulutuslaitosten suurtalouskeittiöiden sähkösuunnittelussa.</p>	
Avainsanat	talotekniikka, suurtalouskeittiö, sähkösuunnittelu

Author Title	Tuomas Soisalo Electrical Designing of Food Service Kitchens
Number of Pages Date	26 pages + 4 appendices 4 December 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Specialisation option	Electrical Power Engineering
Instructors	Juha-Pekka Laiho, Head of Electrical Design Osmo Massinen, Lecturer
<p>This bachelor's thesis investigates the electrification of food service kitchens from the point of an electrical designer. The thesis deals with the equipment found in food service kitchens, how they work and what they require from the electrical point of view.</p> <p>The study was done for Sweco Building Services, that is one of the leading companies in Finland in the area of engineering and consulting.</p> <p>The goal of this thesis was to produce comprehensive electrical plans which were to be used as a reference on future projects, especially in educational buildings.</p> <p>By familiarizing with the kitchen equipment dealers and deepening with the past projects a clear perspective was formed. The greatest difficulty was the lack of written articles regarding the subject.</p> <p>Final result consists of a wide range of electrical plans and concerning types of implementation on a variety of systems.</p>	
Keywords	Building services, food service kitchen, electrical designing

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Suurtalouskeittiö kiinteistön osana	2
3	Kiittiötoimitus	2
3.1	Keittiötoimittaja	2
3.2	Keittiösuunnittelu	3
3.3	Keittiön laitteet	3
4	Sähköliittymä ja sähkökeskus	7
4.1	Sähköliittymä	7
4.2	Sähkökeskus	10
5	Sähkönjakelu ja sähköasennukset	11
6	Heikkovirtajärjestelmät	12
6.1	Paloilmoitinjärjestelmä	12
6.2	Turvavalaistusjärjestelmä	13
7	Kylmälaitteet	15
8	LVI ja kiinteistöautomaatio	16
8.1	Sähkötehon valvonta	16
8.2	Ilmanvaihto ja jäähdytys	19
9	Valaistus	20
9.1	Valaisimen valinta	20
9.2	Valaistustasot	22
9.3	Valaistuslaskelmat	23
9.4	Valaistuksen ohjaus	23
10	Yhteenveto	25
	Lähteet	26

Liitteet

Liite 1. Valaistuslaskelmat

Liite 2. Sähkösuunnitelmat, tasopiirustus

Liite 3. Sähkösuunnitelmat, kylmälaitejärjestelmät

Liite 4. Sähkösuunnitelmat, keskuskaavio

Lyhenteet

DALI	Digitally Addressed Lighting Interface, digitaalinen valaistuksenohjausjärjestelmä.
IoT	Internet of Things, teollinen Internet.
LVI	Lämpö, vesi ilmastointi, talotekniikan osa-alue.
PIR	Passive infrared, valaistuksen ohjauksessa käytetty liiketunnistintekniikka.
UV	Ultravioletti, ihmisen näköalueen ulkopuolista säteilyä.

1 Johdanto

Suurtalouskeittiöt ovat osa lähes jokaisen suomalaisen arkea. Lähtökohtaisesti jokaisessa suomalaisessa oppilaitoksessa päiväkodista yliopistoon on oma ruokalansa, jonka keittiössä ruoka valmistetaan tai vähintäänkin lämmitetään. Yksityiset lounasravintolat tuottavat päivässä valtavat määrät annoksia työssäkäyvien ihmisten tarpeisiin. Työtä tehdään siis kovalla tahdilla mutta ei välttämättä niin pitkää aikaa, mikä aiheuttaa tiettyjä vaatimuksia keittiöiden tekniselle toteuttamiselle.

Suurtalouskeittiöiden toimintatavoissa on viime vuosina tapahtunut huomattavia muutoksia. Kuten muillakin aloilla on pienemmistä yksiköistä luovuttu ja siirrytty keskuskeittiöihin, jotka palvelevat esimerkiksi koko kunnan alueella toimivia peruskouluja ja päiväkotia. Tämän myötä keittiöiden koko on kasvanut huomattavasti. Aiemmin oli myös tavallista, että oppilaitosten keittiötä operoi kunta tai kaupunki itse, mutta nykypäivän trendi on, että keittiötoiminta on ulkoistettu yksityiselle yritykselle. Tällaisia yrityksiä ovat esimerkiksi Arkea, Sodexo ja Fazer Food Services. Keittiön suunnitteluun yksityistämällä ei ole suurta vaikutusta, mutta on mahdollista, että suuremmilla toimijoilla on omia konsepteja, joiden mukaan keittiö pitää toteuttaa. Tämä tuo aina yhden osapuolen lisää projektiorganisaatioon ja aiheuttaa haasteita siihen, miten uusi tekniikka liitetään jo mahdollisesti vuosia vanhaan koulukiinteistöön.

Työ tehtiin toimeksiantona Sweco Talotekniikka Oy:lle ja tarkoituksena oli laatia kattava ohjeistus suurtaalouskeittiöiden sähkösuunnitteluun. Työn pohjana toimii esimerkkiprojekti saneerattavasta alakoulun suurtaalouskeittiöstä, jonka esimerkkisuunnitelmat on esitetty työn liitteenä.

Sweco Talotekniikka on talotekniikkasuunnitteluun erikoistunut asiantuntijayritys, jolla on toimintaa ympäri Suomea pääkonttorin sijaitessa Helsingissä. Sweco Talotekniikan palveluksessa työskentelee yli 200 työntekijää, joista suurin osa on LVI-suunnittelijoita ja loput sähkösuunnittelijoita ja elinkaariasiantuntijoita. Yrityksen emoyhtiönä toimii Sweco Finland, joka kuuluu maailmanlaajuiseen Sweco-konserniin, jonka pääkonttori sijaitsee Ruotsin Tukholmassa. Sweco Talotekniikka toimii pääsääntöisesti julkisen rakentamisen sektorilla ja sen asiakkaita ovat esimerkiksi kunnat, kaupungit, valtio sekä muuta julkista, esimerkiksi liiketiloja ja asuinrakennuksia rakennuttavat yritykset.

2 Suurtalouskeittiö kiinteistön osana

Suurtalouskeittiö on yleensä osana muuta kiinteistöä, esimerkiksi koulua. Suuremmissa kaupungeissa tai kunnissa on mahdollisesti myös rakennettu kokonaan oma kiinteistönsä palvelemaan useita käyttäjiä, kuten päiväkoteja ja kouluja. Saneerauskohteissa uusi keittiö liittyy ainakin osittain kiinteistön vanhoihin järjestelmiin, joiden integraatio saattaa aiheuttaa ongelmia.

Suurtalouskeittiöt voidaan jakaa eri keittiötyyppeihin perustuen siihen, miten ruokaa valmistetaan ja mikä on keittiön käyttötarkoitus. Yleensä suurtaalouskeittiöt jaetaan viiteen eri pääryhmään, jotka ovat valmistus-, kuumennus-, keskus-, komponentti- sekä jakelu-keittiöihin. Suomessa yleinen keittiömuoto on valmistuskeittiö, jonka toiminta perustuu ruuan valmistamiseen pääasiassa omaan käyttöön. Esimerkiksi suurin osa henkilöstöravintoloista on valmistuskeittiöitä. Ruoanvalmistukseen käytetään esimerkiksi keittopaatoja, uuneja sekä paistinpannuja. Kuumennuskeittiössä lämmin ruoka valmistetaan esivalmisteista, mutta kylmät ruoat, kuten salaatit tehdään pääsääntöisesti itse. Kouluruokat ovat hyvä esimerkki kuumennuskeittiöstä. Keskuskeittiöissä valmistetaan suuria määriä ruokaa, jotka joko jäähdytetään tai pakastetaan myöhempää kuumennuskeittiön tarpeita varten tai toimitetaan suoraan jakelu-keittiöön. Komponenttikeittiössä, joka on yhtä yleinen keittiötyyppi, ruoka valmistetaan esikypsennetyistä raaka-aineista. [1, s. 3.]

3 Keittiötoimitus

3.1 Keittiötoimittaja

Esimerkkikohteen keittiötoimitukseksi valikoitui Metos Oy, joka on yksi suurimmista suurtaalouskeittiöalan toimijoista. Vuonna 1922 perustettu yritys toimittaa Suomessa ja Virossa valmistettuja ammattikeittiöitä ympäri Eurooppaa. Metos tarjoaa tuotevalikoiman kaikkiin suurtaalouskeittiöiden tarpeisiin, mutta insinööriyössä perehdytään vain sähköisiin kalusteisiin ja laitteisiin. [4.]

3.2 Keittiösuunnittelu

Keittiösuunnittelun teki keittiösuunnittelija, joka suunnitteli arkkitehdin pohjapiirustukseen yhteistyössä tilaajan ja muiden suunnittelualojen kanssa kohteen tarpeet täyttävän keittiön. Sähkö- ja LVI-suunnittelijoiden työtä helpottaakseen oli keittiösuunnittelija liittänyt suunnitelma-asiakirjoihinsa kalusteiden ja laitteiden tekniset vaatimukset. Näihin tietoihin kuuluu esimerkiksi laitteiden sähköteho, vaiheiden määrä (eli onko kyseessä yksi- vai kolmivaihesyöttö) ja sähköliitännän korkeus. Tämä oli huomattava helpotus suunnittelijoiden näkökulmasta. Kuvassa 1 on esitetty tyypillinen suurtalouskeittiö, jonka sähköistettäviä laitteita ovat etualalla olevat keittopadat, keskellä sijaitseva paistinpannu sekä huuva. Lisäksi takaseinälle on sijoitettu pistorasialiitäntäisiä laitteita, kuten mikroaaltouuni.



Kuva 1. Tyypillinen suurtalouskeittiö [2].

3.3 Keittiön laitteet

Seuraavassa käsitellään tavallisimpia suurtalouskeittiöiden laitteita ja niiden sähköistystä. Lähtökohtaisesti kaikki keittiön sähkötoimiset laitteet varustetaan kolmivapaisella turvakytkimellä, pois lukien pistorasialiitäntäiset laitteet. Menetelmä mahdollistaa laittei-

den turvallisen erottamisen sähköverkosta huolto- ja korjaustoimenpiteiden ajaksi. Teolliseen internetiin (myös IoT) perustuvat ratkaisut ovat yleistyneet viime aikoina huomattavasti. Kotitalouskeittiöihin on saatavissa jo useita ratkaisuja, joita pystytään etäohjaamaan esimerkiksi mobiilikäyttöliittymien avulla. Ammattikeittiössä IoT-ratkaisuja ei vielä ole saavilla, eli kaikki ohjaus tapahtuu paikallisesti. Omavalvontaan liittyviä ratkaisuja on saatavilla, ja niiden toteutus vaihtelee riippuen toimittajasta. Omavalvontaa käytetään esimerkiksi lämpötilojen ja muiden olosuhteiden seuraamiseen ja tiedon tallentamiseen. [3].

Keittopadat

Keittopatojen koot vaihtelevat suuresti, muutamasta kymmenestä litrasta useisiin satoihin litroihin. Suuren vetoisuuden vuoksi keittopata vaatii tavallisesti myös suuren määrän sähköä, 10–70 kilowattia. Suuri määrä ruokaa varastoi myös hyvin lämpöä, eli keittopata kuluttaa energiaa valmistusprosessin alussa huomattavasti enemmän kuin loppuvaiheessa. Kuvassa 2 on esitetty perusmallinen keittopata, jonka ohjauspaneeli turvakytkiminen on integroitu laitteeseen. Keittopata sähköistetään yleensä puolikiinteästi. [3].



Kuva 2. Keittopata [3].

Paistouunit

Paistouuneja käytetään ruonvalmistuksessa sekä ruokien valmistukseen, että kuumenuskeittioissa myös ruoan lämmitykseen. Paistouunin teho on tyypillisesti 35–65 kilowattia. Kuten keittopadatkin, sähköistetään myös paistouunit yleensä puolikiinteästi. Kuvan 3 yhdistelmäuuni on lattia-asenteinen, sen sähköteho on 60 kW. [3].



Kuva 3. Yhdistelmäuuni [3].

Astianpesukoneet

Astianpesukokonaisuuteen liittyy yleensä astianpesukone, esipesulaitteisto sekä astiakuljetin. Näistä yleensä vain astianpesukone vaatii toimiakseen sähköliitännän, mutta tapauskohtaisesti myös kuljetin voi olla automatisoitu. Kuvassa 4 on esitetty raepesukone, joka on ovat suurtalouskeittioissa yleisesti käytetty astianpesukonetyyppi, jonka toiminta perustuu uudelleenkäytettäviin pesurakeisiin. [3].



Kuva 4. Raepesukone [3].

Astianpesukoneen sähköteho on tavallisesti muutamasta kilowatista useaan kymmeneen kilowattiin. Erityisesti kuljetinastianpesukoneiden sähköteho on suuri. Lisäksi astianpesukoneen käyttö jakaantuu tasaisesti koko työpäivälle, eli sen painoarvo on sähkösuunnitelmissa tavallista korkeampi vuorottelun ollessa vähäistä. Astianpesukoneet sähköistetään tehosta riippuen joko puolikiinteästi tai pistorasialiitännällä. [3].

Muut laitteet

Muita tyypillisiä ruonvalmistusprosessissa käytettäviä laitteita ovat esimerkiksi paistinpannut, grillit, rasva- ja kahvinkeitin sekä kuorimakoneet. Edellä mainittujen laitteet ovat yleensä patoja, uuneja ja pesukoneita huomattavasti pienempiä sähkötehojen jäädessä muutama kilowattiin. [3].

Muissa kuin keskuskeittiöissä on ruoan jakelu järjestetty keittiön läheisyyteen, esimerkiksi ruokasaliin. Jakelulinjaston kalustukseen kuuluu yleensä pistorasialiitäntäisiä kylmä- ja kuumahauteita. Koska jakelupiste on yleensä saareke, eli ruokaa noudetaan sen molemmilta puolilta, ei seinäpintaa sähköliitännälle ole (kuva 5). Matalissa huonekorkeuksissa on mahdollisuus ylähakeluun, eli pistorasiat asennetaan alakattoon tai sen yläpuolelle ja kaapelit tuodaan alaslaskuputkella kalusteeseen. On kuitenkin huomiotava laitteiston mukana toimitettavien liitoskaapeliin pituuden riittävyys. Yläjakelun käyttö mahdollistaa jakelulinjaston helpon siirtämisen. Yläjakelua huomattavasti siistimpi

ratkaisu on jakelu lattiarasioiden kautta. Lisäksi koska ruokalatila ei tavallisesti ole IP-luokiteltua, ei lattiarasioiden käytölle ole mitään esteitä. [3].

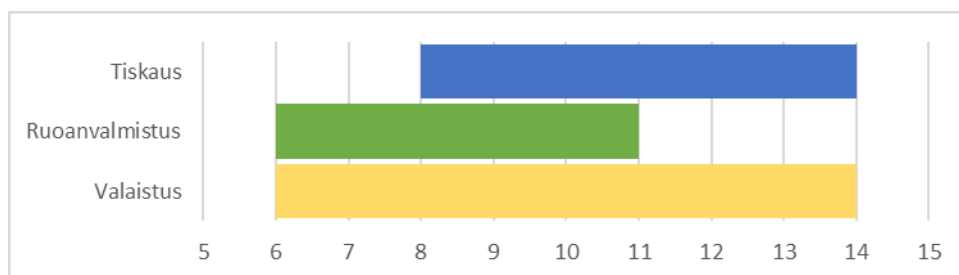


Kuva 5. Ruojakelulinjasto [3].

4 Sähköliittymä ja sähkökeskus

4.1 Sähköliittymä

Sähköliittymän koon mitoitus vaatii suunnittelijalta tietämystä keittiötyöskentelystä, pääosin siitä, miten eri työvaiheet keittiössä jakaantuvat. Jakauma on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Suurtalouskeittiön eri työvaiheet kellonajan mukaan.

Valaistus on päällä lähtökohtaisesti koko ajan, mutta kahdessa suurimmassa kuluttajassa eli tiskauksessa ja ruonlaitossa on havaittavissa pientä vuorottelua. Usein olete-

taan, että suurtalouskeittiössä ruoka tehdään aamulla, jonka jälkeen aloitetaan tiskaaminen. Ruonlaiton yhteydessä syntyy kuitenkin niin paljon tiskiä, erityisesti isoja astioita kuten kattiloita, että tiskikone on päällä käytännössä koko työvuoron, lukuun ottamatta aivan ensimmäisiä tunteja.

Keittiön liittymän koko arvioitiin seuraavalla kaavalla

$$I_{keittiö} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} * U_n} * k$$

$I_{keittiö}$ on liittymän mitoitusvirta
 P_{max} on laitteiden yhteenlaskettu teho
 U_n on sähköjakeinun nimellisjännite
 k on vuorottelukerroin.

Vuorottelukertoimella tarkoitetaan sähköjakeinussa sitä, että liittymää ei tarvitse mitoittaa maksimitehon mukaan, koska kuluttajat, tässä tapauksessa keittiön laitteet, eivät ole kaikki käynnissä yhtäaikaaisesti. Vuorottelukerroin pitää valita liittymän käytön mukaan, mutta useimmissa tapauksissa kertoinnille ei ole annettu mitään arvoa standardeissa tai ohjeissa, vaan se pitää valita tapauskohtaisesti ja yleensä aikaisemman kokemuksen mukaan. Suurtalouskeittiöissä kertoinnina on käytetty tavallisesti lukua 0,6.

Keittiösuunnitelmaa hyväksikäyttäen edellä mainittuun yhtälöön sijoitettiin lukuarvot.

$$I_{keittiö} = \frac{219 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 400 \text{ V}} * 0,6 = 190 \text{ A}$$

Nousukaapeleiden etuvarokkeina käytetään yleensä kytkinvarokkeita, joiden vakioiokoot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Yleisimmät kytkinvarokekoot [4.]

Kytkinvaroke	I_N [A]
OS16FD	16
OS32GD	32
OS35FD	35
OS40FD	40
OS63GD	63
OS125GD	125
OS160GD	160
OS200D	200
OS250D	250
OS400D	400

Suurtalouskeittiön mitoitusvirran ollessa 190 A valittiin etuvarokkeen kooksi 250 A. Todennäköisesti 200 A:n etuvaroke olisi riittänyt, mutta 250 A:n kytkinvaroke antaa tarvittavan määrän joustoa, mikäli teholaskelmassa on tapahtunut arviointivirheitä. Kytkinvarokkeen pesän kooksi tyypitettiin 400 A, jotta tulevaisuudessa mahdollisen laajennuksen yhteydessä varokekoon kasvattamien on mahdollista ilman, että keskukseen joudutaan tekemänä rakenteellisia muutoksia. [4.]

Nousukaapelin mitoituksessa piti ottaa huomioon kaapelin asennustapa, joka esimerkiksi oli E, eli monijohdinkaapeli, kolme kuormitettua johdinta, asennus hyllylle. Mitoitusvirtaa vastaava kaapeli oli PVC-eristeinen alumiinikaapeli, jonka poikkipinta-ala oli 95 mm². [5, s. 100].

Suurtalouskeittiön käyttäjänä on mahdollisesti jokin ulkoistettu toimija, joka on tiloissa vain vuokralla. Keittiön energiakulutuksesta on siis saatava muun kiinteistön kulutuksesta eriytettyä tietoa, joka tarkoittaa käytännössä sitä, että suurtalouskeittiön laitteet ovat oman energiamittauksen takana. Helpointa tämä on toteuttaa syötön alkupäässä, eli pää- tai nousukeskuksella.

Esimerkkikohteen pääkeskukseen suunniteltiin erillinen, nimellisvirraltaan $I_N=250$ A oleva kenttä keittiön laitteistolle, johon sijoitettiin keittiön ryhmäkeskus sekä kylmälaitteiden keskus. Koska laitekentän nimellisvirta oli yli 63 A, piti energiamittaus suorittaa epäsuorasti virtamuuntajien avulla. Käytetyssä energiamittarissa piti myös olla väyläliitäntä, jotta mittarointitiedot olivat helposti luettavissa rakennusautomaatiojärjestelmän kautta.

Kuvassa 7 on esitetty DIN-kiskoon asennettava energiamittari, jolla on mahdollista suorittaa epäsuora energiamittaus. Energiamittarin nestekidenäyttö kertoo yleiskuvauksen järjestelmän tilasta.



Kuva 7. Esimerkki DIN-kiskoasenteisesta epäsuorasta energiamittarista (Carlo Gavazzi EM21 DIN) [6.]

4.2 Sähkökeskus

Koska suurtalouskeittiö on märkätilaa, ei se sovi ryhmäkeskuksen sijoituspaikaksi. Suositeltua on varata keskukselle oma tilansa esimerkiksi tuulikaapista. Mikäli saneerauskohteissa ei ole mahdollista sijoittaa keskusta omaan tilaansa, tulee siinä olla 100 mm korkea kynnyks, joka on vesieristetty. Keskuksia ei tule asentaa lämmönlähteiden läheisyyteen eikä suoraan märkätilojen alapuolelle. [2.]

Nimellisvirraltaan $I_N=400$ A oleva keittiön ryhmäkeskus toteutettiin kotelokeskuksena. Kotelokeskus ei ole fyysisiltä mitoiltaan niin suuri kuin kennokeskus, mutta mahdollistaa hyvin suurempien lähtöjen, kuten kytkinvarokkeiden käytön. Kytkeinvarokkeita käytettiin suurimpien laitteiden, kuten astianpesukoneen ja keittopatojen varokkeina. Pienemmät keittiölaitteet, valaistus ja pistorasialähdöt varustettiin johdonsuojakatkaisijoilla. Keittiökeskukset ovat tyypillisesti hyvin leveitä verrattuna muihin kiinteistön ryhmäkeskuksiin, sillä se palvelee kymmeniä eri laitteita, joilla on jokaisella oma varokkeensa keskuksessa. Tämä kasvattaa varokkeiden määrää huomattavasti, mikä taas kasvattaa keskuksen kokoa leveyssuunnassa. Tämä on tärkeää huomioida jo aikaisessa vaiheessa suunnittelua, jotta keskukselle tulee varattua tarpeeksi suuri tila. Esimerkkikohteen noin sadan neliömetrin keittiön ryhmäkeskuksen leveys oli arvion mukaan jopa kolme metriä.

Ryhmäkeskukseen rakennettiin myös yksi ohjattu kenttä, johon sijoitettiin kaikki keittiön lämpökojeet, kuten uunit, keittopadat sekä paistinpannut. Ohjaus tapahtui avainkytkimellä (niin sanottu emännänkytkin), ja se sijoitettiin keittiön toimistohuoneeseen. Emännänkytkimen tarkoituksena on ohjata lämpökojeet turvallisuussyistä pois päältä, kun keittiö ei ole käytössä.

Ryhmäkeskuksen sisältämät ryhmäsyöttölähdöt ja niiden etuvarokkeet sekä muut kojeet on esitetty ryhmäkeskuksen pääkaaviossa (liite 4). Pääkaaviosta selviää ryhmäsyötön kojeiden tyypit, eli se onko kyseessä esimerkiksi johdonsuojakatkaisija vai tulppalähtö, varokkeen nimellisvirta, ryhmäkeskuksesta lähtevän kaapelin tyyppi ja koko sekä syötön vaikutusalue, esimerkiksi missä tilassa valaistus tai pistorasia sijaitsee. Pääkaavio toimii pohjana keskusvalmisajalle ryhmäkeskusta rakennettaessa. Ohjattujen lähtöjen piirikavioita ei esitetty esimerkkisuunnitelmissa.

5 Sähkönjakelu ja sähköasennukset

Toisin kuin tavallinen asuinkiinteistön keittiö, suurtalouskeittiö on luokituksestaan kosteaa tilaa, eli sen ilma on yleensä niin kosteaa, että pinnoille tiivistyy kosteutta, mutta ei pisa-roita. Tämä tarkoittaa, että asennukset ovat luokituksestaan vähintään IP44, eli suojattu roiskuvalta vedeltä. Lisäksi ruoanvalmistusprosessissa syntyvät lämpökuormat vaikuttavat suuresti sähkölaitteiden elinkaareen, erityisesti valaisimiin. Tekniikan sijoituksessa tulee erityisesti ottaa huomioon tavoitettavuus ja huollettavuus, eli asennuksia ei tulisi tehdä yli 2,4 metrin korkeudelle. Tilan koko, tuuletus, jäähdytys ja ilman puhtaus ovat myös huomioitavia seikkoja. [2.]

Esimerkkikohteessa sähkönjakelu toteutettiin yläjakeluna, jolloin välttyttiin lattiavalun roittamiselta, sillä myös vesiputket tuotiin keittiölaitteille yläkautta. Uudiskohteissa, joissa lattiaa ei ole vielä rakennettu, kannattaa tapauskohtaisesti harkita alajakelun käyttöä, joka siis tarkoittaa johtokanavaa tai putkitusta lattiavalussa. Toisaalta alajakelun käyttö ei ole niin muutosjoustava, modulaarinen katto helppo on avata, jolloin uudelleenkaapelointi on vähemmän työlästä. Lisäksi jokainen reikä lattiamateriaalissa on mahdollinen vuotopaikka, joten yläjakelu on yleensä paras vaihtoehto.

Keittiön seinämateriaali oli vanhaa muurattua tiiltä, jonka vuoksi pääosin koko sähkönjakelu toteutettiin alumiinisilla pystykouruilla. Anodisoitu (eloksoitu) pintakäsittely on maalattua kestävämpää haastavissa olosuhteissa, lisäksi se on helppo pitää puhtaana, joka parantaa keittiöhygieniaa.

Keittiötoimittajan asennusseinät helpottivat tilan keskelle asennettavien laitteiden sähkönjakelua. Asennusseinä piilottaa sisäänsä niin sähkö- kuin LVI-tekniikankin, mutta on mahdollistaa helpon huollettavuuden. Asennusseinä ei yleensä ole koko tilan korkuinen, jolloin katosta tulevat sähkökaapelit kuljetetaan erillistä pystykanavaa pitkin seinään. Asennusseinään on helppo asentaa niin pistorasiat kuin turvakytkimetkin.

Laitesähköistys toteutettiin pistorasioilla ja puolikiinteillä asennuksilla. Puolikiinteällä asennuksella tarkoitetaan sitä, että ryhmäkeskuksesta tuleva syöttöjohto tuodaan tavallisella asennuskaapelilla (esimerkiksi MMJ) turvakytkimelle, josta syöttö jatketaan kumi-kaapelilla laitteelle. Turvakytkin toimii kuormanerotuslaitteena. Turvakytkimet on hyvä sijoittaa laitteiden välittömään läheisyyteen, mutta turvakytkimien kokoaminen yhteen paikkaan turvakytkinkeskukseksi on myös mahdollista. [2.]

Kiinteistön sähköasennukset esitettiin tasopiirustuksessa (liite 2), jonka pohjana oli arkkitehtisuunnitelma. Tasopiirustuksessa esitettiin kaikki vahvavirtajärjestelmät johdotuksineen. Lisäksi tasopiirustukseen piirrettiin heikkovirtajärjestelmien pisteet, mutta johdotukset jätettiin sähköurakoitsijan vastuulle, sillä ne laskettiin työpiirustuksiksi. Vastuunjako työpiirustusten osalta määräytyy suunnittelu- ja urakkasopimusten perusteella. Tasopiirustus toimii urakkalaskentavaiheessa pohjana laskijoille, eli urakoitsijat muodostavat tarjouksena tasokuvan mukaisten laitteiden perusteella. Työmaavaiheessa sähköasentajat käyttävät tasokuvaa ohjeistuksena sähköasennuksien tekemiseen.

6 Heikkovirtajärjestelmät

6.1 Paloilmoitinjärjestelmä

Automaattisen paloilmoitinjärjestelmän tarkoitus on varoittaa alkavasta palosta sekä välittää palohälytys eteenpäin joko vartiointiliikkeelle tai suoraan pelastusviranomaiselle hätäkeskukseen. Paloilmoitinjärjestelmän tarpeellisuuden määrittää paloviranomainen

rakennusluvassa. Lähtökohtaisesti suurtalouskeittiöt varustetaan automaattisella paloilmoinjärjestelmällä johtuen tilojen suuresta lämpötilasta sekä paremmalla henkilöturvallisuudella. [8.]

Kosteasta ja lämpimästä tilasta johtuen paloilmoinjärjestelmä poikkeaa tavanomaisesta pääosin laitevalinnoissa. Savu- ja monikriteeri-ilmaisimet eivät ole käyttökelpoisia ruoanvalmistuksesta aiheutuvien käryjen vuoksi ja korkean lämpötilan vuoksi tavallinen lämpöilmaisin laukeaa liian nopeasti. Tästä syystä keittiön ilmaisINVALINTA on lähes poikkeuksetta lämpöilmaisin, jonka hälytysraja-arvo on yli +60 °C. Tällöin paloilmaisin reagoi vain, mikäli lämpötila nousee yli raja-arvon. [8.]

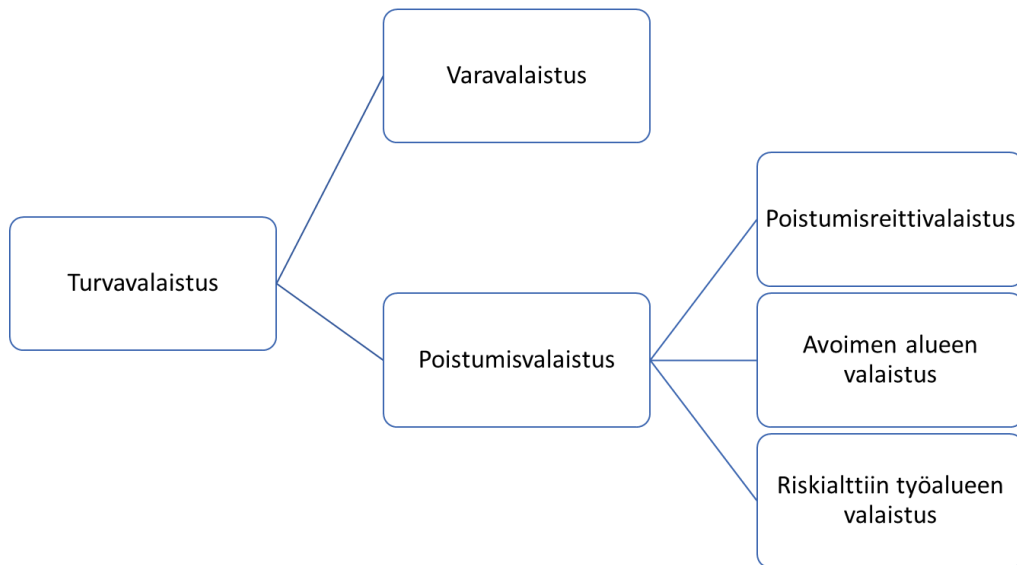
Yli 2 m²:n kokoiseen huuvaan on asennettava lisäilmaisin. Koska huuvan lämpötila saattaa nousta vielä huomattavasti korkeammaksi kuin muualla keittiössä, on lisä-ilmaisimeksi valittava erityinen huuvailmaisin, jonka hälytysraja-arvona on +120 °C. [8.]

Alakaton yläpuolinen palokuorma, joka suurtalouskeittiön kohdalla tarkoittaa yleensä kaapelihyllyä, vaatii alakaton yläpuolisen ilmaisimen, johon liitetään erikseen asennettava merkkilamppu näkyviin alakaton alapuolelle. Suljettuja kylmiöitä, jossa ei työskennellä, ei tarvitse varustaa paloilmaisimilla. [8.]

6.2 Turvavalaistusjärjestelmä

Turvavalaistusjärjestelmän tarkoituksena on mahdollistaa työn jatkuminen tai turvallinen poistuminen, mikäli yleisvalaistuksen sähkönsyöttö häiriintyy. Turvavalaistusjärjestelmä on varustettava normaalin valaistuksen syötöstä riippumaton sähkönsyöttö. [9.]

Turvavalaistuksen periaatekaavion mukaan suurtalouskeittiö sisältää sekä poistumisreitivalaistusta että riskialttiin työalueen valaistusta sekä tapauskohtaisesti myös varavalaistusta (kuva 7).



Kuva 8. Turvavalaistuksen periaatekaavio.

Turvavalaistusjärjestelmän sähkönsyöttöön on kaksi tapaa, jotka ovat varavoima tai akusto. Keittiötoiminta on harvoin niin kriittistä, että se tarvitsisi missään toiminnoissaan varavoimaa, eli yleensä järjestelmä sähköistetään akuilla. Keskusakustojärjestelmän käyttöjännite on 230 V tai 24 V, ja akut on sijoitettu turvavalokeskuksen yhteyteen. Koska akut on sijoitettu erilleen valaisimista, vaatii keskusakustojärjestelmä osittain palonkestävää kaapelijärjestelmää, erityisesti paloalueelta toiselle siirryttäessä. Palonkestävä kaapeli sekä kaapelireitti ovat huomattavasti tavallista kaapelijärjestelmää kalliimpia toteutukseltaan, jonka johdosta nykyään suositaan yksikköakullista järjestelmää, jossa jokaisessa valaisimessa on oma akkunsa. Valaisinkohtaisien akkujen vuoksi järjestelmän kaapelointi voidaan toteuttaa huomattavasti kevyemmällä kaapelilla, esimerkiksi KLMA:lla. Suurtalouskeittiöihin toteutetaan yleensä poistumisvalaistusjärjestelmä, joka sisältää jatkuva- että osatoimisia valaisimia. Jatkuvatoimisia ovat opastevalaisimet ja osatoimisia ovat turvavalaisimet. Opastevalaisimen vaatimukset täyttävä valaisin on esitetty kuvassa 8. [9.]



Kuva 9. Esimerkki opastevalaisimesta [9].

Kun normaali sähkönsyöttö häiriintyy, on turvavalaistuksen mahdollistettava turvallisen poistumisen lisäksi keittiön laitteiden turvallinen sammutus. Normaalin sähkönsyötön häiriön ollessa pidempiaikainen ei ruoanvalmistukseen käytettäviä laitteita voida jättää päälle aiheutuvan paloriskin vuoksi. Riskialttiin alueen työalueen valaistusvoimakkuus tulee olla vähintään 15 lx, joka on huomattavasti enemmän kuin vaatimus avoimen alueen 0,5 lx valaistustasolle. Suurtalouskeittiön turvavalaistimien sijoittelussa tulee ottaa tarkasti huomioon alakattoon sijoitettava tekniikka, kuten esimerkiksi huuvut, jotka aiheuttavat helposti katvealueita valaistukseen. [9.]

7 Kylmälaitteet

Kylmälaitteilla tarkoitetaan ruoan säilyttämiseen tarkoitettuja laitteita ja tiloja. Näitä ovat esimerkiksi jääkaapit ja pakastehuoneet. Koska jääkaapit ja -laatikostot ovat lähtökohdaisesti kalusteita ja tällöin keittiötoimituksessa, keskitytään tässä kappaleessa pelkästään kylmä- ja pakastehuoneisiin.

Useimmissa tapauksissa koko kylmälaitetoimitus alistetaan esimerkiksi putkiurakkaan, jolloin urakoitsija hankkii koko kylmälaitetoimituksen laitteineen ja asennuksineen kokonaistoimituksena, eli kylmälaitetoimittaja suunnittelee putkiston ja kaapeloinnin sekä tarvittavat kenttälaitteet, kuten puhallinhöyrystimet ja kompressorit. Tässä insinööriyössä on esitetty tilaajan toiveesta johtuen kuitenkin toteutuskelpoiset esimerkkisuunnitelmat. Esimerkkikohteessa kylmähuoneita oli neljä ja pakastehuoneita yksi.

Kylmälaitteet ovat sähköistykseltään melko yksinkertaisia. Esimerkkikohteen kylmälaittejärjestelmä sisälsi puhallinhöyrystimen, magneettiventtiilin, termostaatin, ohjausyksikön sekä ulos sijoitettavan kompressorisyksikön. Näistä sähkösyöttö tuotiin pelkästään ohjausyksikölle sekä kompressorille. Kylmiöiden valaistus toimi itsenäisesti PIR-tunnistimella.

Kun termostaatti havaitsee lämpötilan nousseen yli raja-arvon, ohjausyksikkö avaa magneettiventtiilin. Kompressorisyksikkö havaitsee putkiston painemuutokset ja käynnistyy tarvittaessa. Kylmiön tai pakasteen sisälle sijoitettu puhallinhöyrystin on käynnissä jatkuvasti. Esimerkkijärjestelmä on hyvin yksinkertainen, sillä automatiikka ja ohjaus on toteutettu kylmiökohtaisesti yksittäisillä ohjausyksiköillä, jolloin sähkösuunnittelijan ei tarvitse suunnitella automatiikkaa sähkökeskukseen, eli laitteet voidaan sähköistää suorilla tulppa- tai johdonsuojälähdöillä. Haittapuolena oli, ettei kylmälaitteilta saanut mitään hälytystietoja rakennusautomaatioon mahdollisista vikatilanteista. Suuremmissa kohteissa, joissa kylmälaitteita on enemmän ja ne ovat suurempia, on ohjaus yleensä keskitetty erilliseen kylmälaittekeskukseen.

Pakastuhuone eroaa kylmiöiden sähköistyksestä siten, että se tarvitsee huomattavan määrän sähköistä lämmitystä. Ilman lattialämmitystä pakasteen kylmyys siirtyy vähitellen lattian läpi, joka saattaa vaurioittaa kantavia rakenteita. Pakastehuoneen ja keittiön välisestä lämpötilaerosta johtuen pakastimen oven karmi saattaa jäätymään aiheuttaen liukastumisvaaraan ja heikentäen pakasteen tiiveyttä. Paineentasausventtiilin tarkoituksena on tasata pakasteen ja keittiön välistä ilmanpaine-eroa. Paine-ero saattaa estää pakasteen oven avaamisen. Lisäksi puhallinhöyrystimestä muodostuu kondenssivettä, jonka jäätymisen estämiseksi kondenssivesiputki varustetaan saattolämmityksellä. Kaikki edellä mainitut lämmitykset ovat jatkuvatoimisia, eli niiden toimintaa ei säätele termostaatti tai mikään muu anturi.

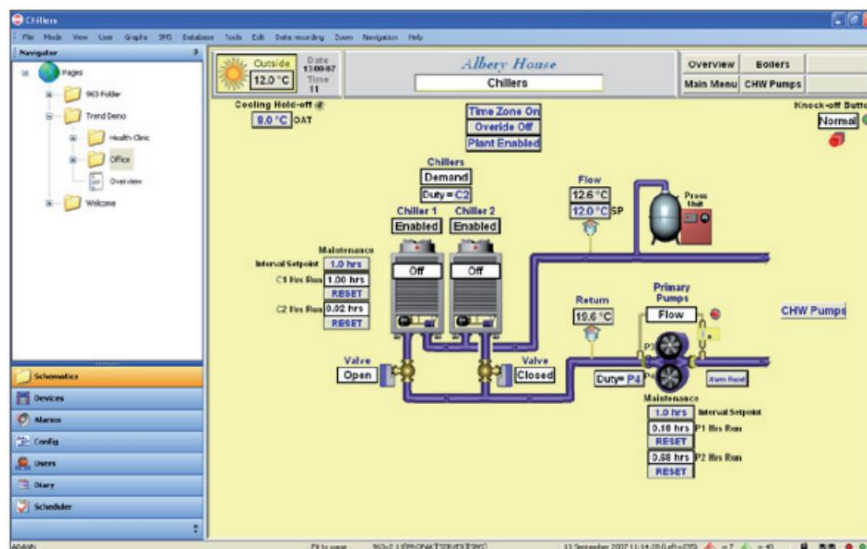
8 LVI ja kiinteistöautomaatio

8.1 Sähkötehon valvonta

Osa suomalaisista energiayhtiöistä on ottanut käyttöönsä niin sanotun tehomaksun. Uusi laskutusmalli perustuu siihen, että sähkökuluttaja maksaa tehopiikeistään. Toimintamallilla pyritään ohjaamaan kuluttajia tasaisempaan energiankulutukseen, jotta sähköverkon

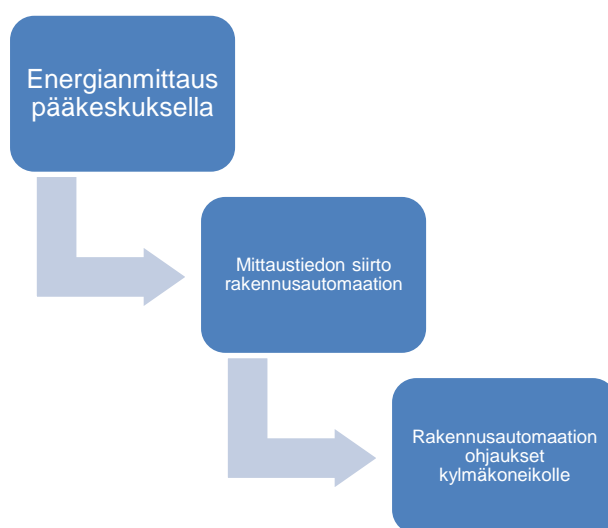
kuormittuminen voitaisiin minimoida. Pienemmillä kuluttajilla, kuten omakotiasujilla vaikutus on arvioiden mukaan muutamia euroja kuukaudessa, mutta suuremmilla kuluttajilla, kuten esimerkiksi suurtalouskeittiöillä sähkölaskun kasvu on huomattavasti suurempi. Ohjaamalla kuormitusta kulutuspiikkien aikaan on mahdollista saavuttaa huomattavia taloudellisia hyötyjä. [10.]

Rakennusautomaation avulla on mahdollista ohjata lähes kaikkia talotekniikkaan liittyviä laitteita ja teknologian kehityksen myötä ratkaisut ovat yhä älykkäämpiä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että vaikka mitä tahansa laitteita voitaisiin kytkeä pois päältä sähkönkulutuksen huipun leikkaamiseksi. Suurtalouskeittiön tapauksessa suurimpia kuluttajia ovat keittopadat, uunit ja astianpesukone. Ruoanvalmistukseen tarkoitettuja laitteita ei kuitenkaan ole suositeltavaa ohjata pois päältä kesken ruoanvalmistuksen, sillä ruoanvalmistusprosessi vaatii usein jatkuvan toiminnan. Yksi vaihtoehto olisi estää tietyn laitteen käynnistyminen kokonaan virrankulutuksen ollessa korkea, jolloin valmistusprosessi ei katkeaisi lainkaan. Keittiön henkilökunnan täytyy tässä tapauksessa olla hyvin perehtyneitä järjestelmän toimintaperiaatteeseen, jotta on käynnistämättä jäänyt laite ei aiheuta turhia huoltopyyntöjä tai viivästyksiä. Rakennusautomaation graafisella käyttöliittymällä viestitään järjestelmän toiminnasta ja mahdollisista häiriöistä. Graafinen käyttöliittymä on käytössä lähinnä LVI-järjestelmissä, kuten ilmanvaihdossa ja jäähdytyksessä. Mikään ei kuitenkaan estä kuvan 9 mukaisen käyttöliittymän rakentamista myös rakennusautomaation liitetyille keittiön laitteille. Keittiöön sijoitettuna käyttöliittymä selkeyttäisi henkilökunnalle järjestelmän tilaa ja kertoisi, mikäli jonkin laitteen käynnistyminen on estetty.



Kuva 10. Rakennusautomaation graafinen käyttöliittymä, jäähdytysjärjestelmä [11].

Ruoanvalmistuslaitteiden ohjaus kulutuspiikkien eliminoimiseksi on siis haastavaa. Huomattavasti helpompaa on ohjata muiden suurien kuluttajien, kuten lämmityksen jäähdytyksen kuormitusta. Myös ilmanvaihdon kuormitusta on mahdollista säätää, mutta siitä saadut hyödyt ovat pieniä, sillä ilmanvaihtolaitteet ovat energiankulutukseltaan huomattavasti pienempiä kuin keittiön ruoanvalmistuslaitteet, esimerkkitilanteen ilmanvaihtokoneen puhaltimien tehot olivat yhteensä vain 5 kW. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät ovat hitaasti reagoivia järjestelmiä, eli lyhytaikaiset muutokset niissä jäävät todennäköisesti käyttäjältä kokonaan huomaamatta. Taajamissa kiinteistöissä on yleisesti käytössä kaukolämpö, jolloin lämmityksen vaikutus sähkönkulutukseen on pieni. Myös jäähdytys on mahdollista toteuttaa kaukokylmällä, mutta kaukokylmälaitoksia on vielä hyvin harvassa, minkä vuoksi jäähdytys on tavallisesti toteutettu jäähdytyskoneikoilla. Jäähdytyslaitteisto on tavallisesti kokonaistoimitus, johon sisältyy jäähdytyskoneikko ja ulos sijoitettava nestelauhdutin. Mikäli jäähdytyskoneikko on varustettu kattavalla säätöautomaatiikalla, on sen tehoa helppo säätää rakennusautomaation avulla kuvan 10 kaavion mukaan.



Kuva 11. Yksinkertaistettu malli jäähdytyskoneikon säädöstä.

Vaikka tavoitteeksi ei asettaisikaan tehopiikkien eliminointia, on jäähdytyksen säätämällä mahdollistaa yleisesti koko kiinteistön energiankulutusta. Sähköliittymän perusmaksu perustuu pääsulakkeen kokoon, eli sähköliittymän optimoinnilla on mahdollista säästää useita satoja euroja vuodessa. Esimerkiksi 3 x 200 A:n liittymä on pelkästään perusmaksussa noin 65 euroa halvempi kuin 3 x 250A:n liittymä. [12.]

8.2 Ilmanvaihto ja jäähdytys

Suurtalouskeittiön ilmanvaihdolle ja jäähdytykselle on suuremmat vaatimukset kuin esimerkiksi toimistotiloille. Syynä tähän on suurempi kosteus, lämpötila ja ruonvalmistuksesta aiheutuvat partikkelit. Lähtökohtaisesti suurtalouskeittiö varustetaan omalla koneellisella ilmanvaihtojärjestelmällään. [1, s. 5.]

Ilmanvaihtokoneen sähköistettäviä laitteita ovat tyypillisesti tulo- ja poistoilmapuhaltimet, kiertovesipumput sekä mahdollinen lämmöntalteenottolaitteisto. Huuvien ilmanvaihto toteutettiin vesikatolle sijoitetuilla huippuilmahuuhtimilla. Puhaltimien ohjauksessa käytettiin taajuusmuuttajia, joita rakennusautomaation alakeskus ohjasi kenttälaitteiden, kuten mittareiden ja termostaattien antamien arvojen perusteella. Vaihtoehtoisesti huuvat voidaan varustaa UV-valaistuksella, joka hajottaa tehokkaasti rasvaa ja muita partikkeleita. Huuvien UV-laitteet ovat tavallisesti teholtaan muutamia kymmeniä watteja, eli niiden sähköistykset ovat hyvien selkeitä. Tärkeintä on varustaa mahdolliset pyörivät laitteet turvakytkimellä sekä sijoittaa UV-valvontayksikkö (kuva 12) tilaan, josta laitteiston tila on helposti havaittavissa, kuten toimistohuoneeseen. [13.]



Kuva 12. UV-valvontayksikkö [13].

Esimerkkikohteessa keittiön ilmanvaihtokoneena käytettiin kiinteistön nykyistä konetta, eli siihen liittyviä suunnitelmia ei ole esitetty tässä opinnäytetyössä.

9 Valaistus

9.1 Valaisimen valinta

Keittiö

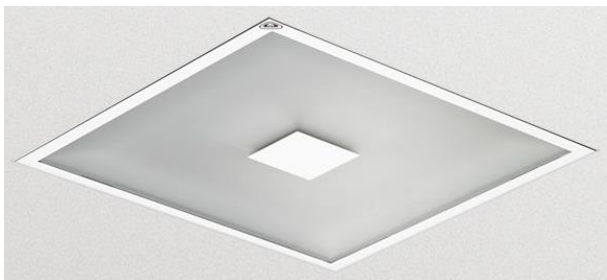
Keittiön kattotyypinä käytettiin alaslaskettua modulaarista hygieniakattoa. Hygieniakattoa käytetään paljon terveydenhuollon tiloissa ja elintarvikkeiden käyttöön liittyvissä tiloissa. Keittiöön valittu kattomateriaali kestää likaantumista ja siitä aiheutuvaa puhdistamista paremmin kuin tavalliset alakattomateriaalit. Sen kosteudensietokyky on myös korkea. Säännöllisestä pesusta ja keittiössä yleisesti vallitsevasta korkeasta kosteustasosta johtuen oli valaisimen valinnassa tärkeää ottaa huomioon valaisimen suojaus eli IP-luokitus. Lisäksi koska katto rakennettiin 600 mm×600 mm:n kokoisista paneeleista, oli valaisimen oltava saman kokoinen kuin kattopaneelit. Myös värintoiston on hyvä olla vähintään 80, jolloin mahdollisten pilaantuneiden elintarvikkeiden havaitseminen on helppoa.

Vertailuun otettiin kaksi valaisinta, Glamoxin C62-R sekä Philipsin Cleanroom LED. Molemmat valaisimet ovat puhdastiloihin suunniteltuja. Glamox C-62 on valaisin tiloihin, joissa on korkeat vaatimukset puhtaudelle, työvalaistuksen laadulle sekä huollon helpoudelle. [15.]



Kuva 13. Glamox C62-R [15].

Philips Cleanroom LED on hygieenisiin tiloihin tarkoitettu pölytiivis valaisin, joka täyttää useimmat valaistusvaatimukset- ja normit. Esimerkkikäyttökohteita ovat sairaalat, laboratoriot ja elintarviketilat [14.]



Kuva 14. Philips Cleanroom LED [14.]

Taulukossa 2 vertaillaan kahden edellä mainitun valaisimen suorituskykyä ja teknisiä tietoja. Koska IP54-suojauksen katsottiin olevan riittävä kyseisessä kohteessa, jäi Cleanroom LEDin ainoaksi eduksi hieman C-62:ta suurempi valoteho. C-62:n pidempi elinikä ajoi kuitenkin valotehon edelle, joten se valittiin keittiön yleisvalaistukseksi. [14; 15].

Taulukko 2. Keittiön yleisvalaisimen vertailu [14; 15].

	Glamox C-60R	Philips Cleanroom LED
Tarkka tuotetyyppi	C62-R600x600 LED 4000 DALI 840 LI 4xSL/CL	CR434B LED48/840 PSD W60L60 AC-MLO PI
Ottoteho (W)	41	32,5
Valonlähde	LED	LED
Valovirta (lm)	3963	3900
Valoteho (lm/W)	97	120
IP-luokitus	54	65
Optiikka	SLSU	Mikrolinssi
Liitäntälaitte	DALI	DALI
Elinikä L80B50 (h)	100000	50000

Toimistohuone

Keittiön yhteyteen rakennettiin pieni yhden henkilön toimistohuone, joka toimii emännän työhuoneena. Koska kyseessä oli työhuone, oli valaisimen valinnassa otettava huomioon yleiset toimistovalaisuksen vaatimukset, joista tärkeimpänä kiusahäikäisyn estäminen. Koska muualla oli jo käytetty Glamoxin valaisimia, valittiin myös toimiston valaisimen toimittajaksi Glamox. Toimistohuoneen alakattomateriaalina oli sama hygieniakatto kuin keittiössäkkin, mikä olisi mahdollistanut moduulivalaisimen käytön. Tilasta haluttiin kuitenkin tehdä ilmeeltään erilainen kuin keittiöstä, joten valaisimeksi valittiin ripustettava ylävalolla varustettu toimistovalaisin.

Muut tilat

Kylmiöiden valaisimien valinnassa tärkeimpänä kriteerinä oli hyvä suojaus ja asennus pintana. Pinta-asennus oli välttämätön, sillä upotettavan valaisimen upotusaukko huonontaisi kylmiön eristystä huomattavasti. Valaisimeksi valittiin Glamox C60-R.

Siivous- ja varastotilojen valaisimeksi valittiin Glamox i60 LED, joka on IP44-luokiteltu valaisin toissijaisiin tiloihin. Valaisin varustettiin integroidulla liiketunnistimella.

Keittopisteiden huuviin valaisimet toimitettiin huuviin mukana. Huuvatoimittajan ehdottamat T8-loisteputkivalaisimet korvattiin energiatehokkaimmilla LED-valaisimilla.

9.2 Valaistustasot

Luvun 9.1 perusteella voidaan todeta, että suurtalouskeittiö sisältää useita erilaisia tiloja keittiötilan lisäksi, joille on kaikille erilaisia vaatimuksia niin valaistuksen määrän kuin laadunkin suhteen. Tärkeimpänä ominaisuutena on valaistusvoimakkuus, joka kuvaa valovirran tiheyttä tarkastelupinnalla, esimerkiksi työtasolla. Valaistusvoimakkuuden yksikkö on lux. Taulukossa 3 on esitetty esimerkikohteen tilojen vähimmäisvaatimukset valaistusvoimakkuuden suhteen.

Taulukko 3. Valaistusvoimakkuuden minimitasot eri suurtalouskeittiön tiloissa. [5.]

Tilatyyppe	E_{min} [lx]
Keittiö	500
Toimisto	500
Varasto	150
Kylmiö	150

Koska valaistuksen ylitytös on helppo kompensoida vakiovalosäädöllä, mitoitettiin keittiötilan valaistusvoimakkuus hieman korkeammalle. Valaistusvoimakkuuden lisäksi huomiota on kiinnitettävä valaisimen kiusahäikäisyyteen. Sisävalaistuksessa vaatimukset ovat korkeimmat toimistotiloissa, muuta häikäisyvaatimukset täyttyvät lähes poikkeuksetta, kun tilaan valitaan suoraan toimistokäyttöön tarkoitettu valaisinmalli.

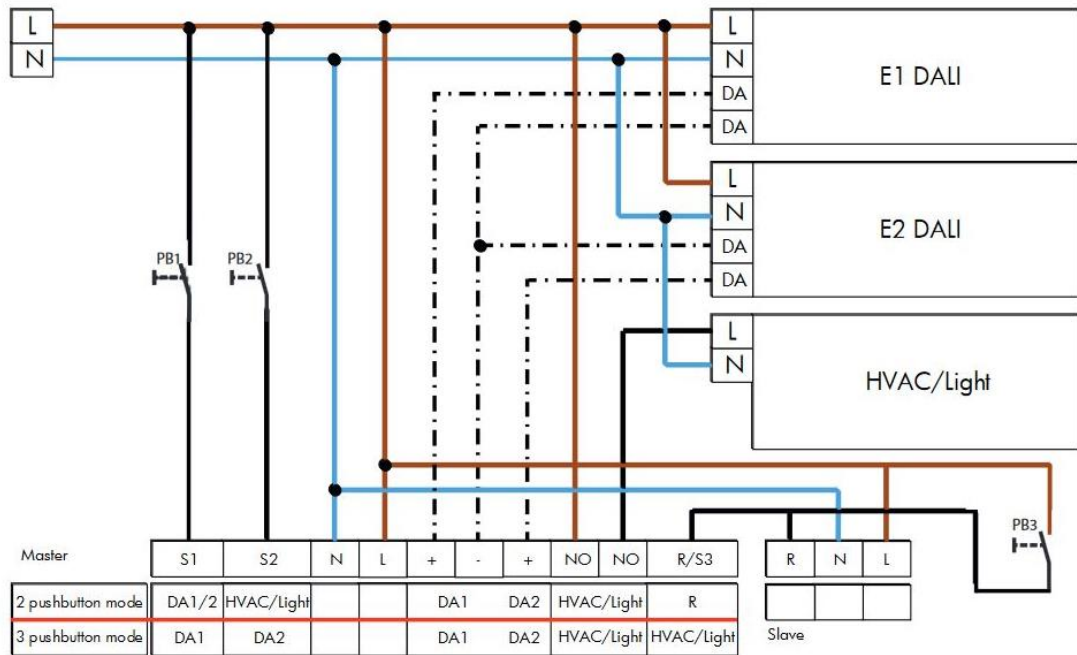
9.3 Valaistuslaskelmat

Valaistuslaskenta toteutettiin DiaLUX EVO 7 -valaistuslaskentaohjelmistolla. DiaLUX EVO on yleinen suunnittelutyökalu valaistustasojen laskentaan, jolla voidaan laskea koko rakennuksen valaistukset tilakohtaisesti yhdellä projektitiedostolla. Valaistuslaskennan tulokset on esitetty liitteessä 1. Keittiötilan valaistuslaskelmissa on otettava huomioon kattoon sijoitettava tekniikka, joka haittaa yleisvalaistuksen valonjaon esteettömyyteen. On myös kiinnitettävä huomiota valaistuksen tasaisuuteen, sillä keittiössä työtä tehdään laajalla alalla, jolloin vaaditun valaistusvoimakkuuden on toteuduttava lähes kaikkialla.

9.4 Valaistuksen ohjaus

Lähtökohtaisesti kaikki projektissa käytettävät valaisimet valittiin varustettuna DALI-liitäntälaitteella. DALI on nykyään yleisesti käytössä oleva valaistuksenohjausjärjestelmä, joka mahdollistaa järjestelmän tasosta riippuen erilaiset tilanneohjaukset, valaistuksen himmentämiset, päivänvalosäädön, vakiovalosäädön sekä jopa yksittäisen valaisimen säädön. Järjestelmään on mahdollista liittää myös esimerkiksi verhomootoreita. Toissijaisia tiloja, kuten varastoja, ohjattiin tavallisella liiketunnistimella ilman himmennystä.

Jotta välttyttiin turhalta energiankulutukselta valaistuksen osalta, ohjattiin valaistusta liiketunnistimilla, jotka hyödynsivät PIR-teknologiaa. PIR-tunnistin vaatii toimiakseen sekä liikkeen, että lämpölähteen, eli se on hyvin toimintavarma keittiön tapaisessa ympäristössä. Tunnistimen muita tärkeitä ominaisuuksia olivat mahdollisuus himmennykselle, vakiovalosäätö sekä suojausluokka. Lisäksi tunnistimessa oli yksi kanava, jolla pystyi ohjaamaan päälle/pois-tyyppisesti huuvien valaisimia, joissa ei ollut DALI-liitäntälaitetta. Kuvassa 12 on esitetty vaatimukset täyttävän liiketunnistimen kytkennät. Liiketunnistin mahdollistaa valaistuksen ohjaamisen manuaalisesti painikkeilla kahdessa ryhmässä (PB1 ja PB2) sekä huuvan valaisimen ohjaamisen painikkeella PB3.



Kuva 15. Keittiön liiketunnistimen kytkentä [7].

Koska tunnistimen valvonta-alue oli halkaisijaltaan vain noin kahdeksan metriä, laajennettiin sitä kahdella slave-tunnistimella, jotka havaitsivat liikkeen mutta eivät sisältäneet älyä.

10 Yhteenveto

Opinnäytetyössä selvitettiin suurtalouskeittiöiden sähkötekniikkaan liittyviä toteutusvaihtoehtoja ja tarkasteltiin mahdollisia ongelma- ja kehityskohteita. Tavoitteena oli tuottaa kattavat esimerkkisuunnitelmat, joita asiakasyritys voisi käyttää pohjana tulevaisuudessa projekteissa, joiden yhtenä osa-alueena olisi suurtalouskeittiö.

Hankalaksi osoittautui luotettavien kirjoitettujen lähteiden löytäminen. Vaikka suurtalouskeittiöt ovat tilana hyvin erityyppisiä kuin muut kiinteistön tilat, ei niiden sähköasennuksista ole laadittu minkäänlaisia ST-ohjeita tai -kortteja. Myöskään keittiölaitetoimittajien ohjeista tai teknisistä tiedoista ei löydy tehotietojen lisäksi juuri muuta suunnittelun tueksi kelpaavaa tietoa. Muilta suunnittelualoilta on kattavasti saatavilla RT- ja LVI-ohjeita liittyen suurtalouskeittiöiden suunnitteluun.

Opinnäytetyössä selitettiin kattavasti sekä sanoin, että esimerkkisuunnitelmien avulla yleisimmät suurtalouskeittiöön liittyvät sähköjärjestelmät. Lopputuloksena saatuja esimerkkisuunnitelmia voidaan käyttää pohjana, lisäksi opinnäytetyössä pohditaan suurtalouskeittiöiden tulevaisuutta, joka tulee ottaa jo suunnitteluvaiheessa huomioon.

Lähteet

- 1 LVI-ohje 06-10304. 2000. Ammattikeittiöiden sisäilmaston suunnittelu. Rakennustieto Oy.
- 2 RT Ohje 16:27. 2016. Ammattikeittiöt. Rakennustieto Oy.
- 3 Metos Oy, 2015, Ammattikeittiökuvasto.
- 4 ABB Oy. 2011. Tuoteluettelo. Pienjännitekojeet, Varoketuotteet, Kytkinvarokkeet OS ja OSM.
- 5 ST Käsikirja 30. 2014. Sähkötekniä taulukoita. Sähkötieto Ry.
- 6 Carlo Gavazzi Oy. 2016. Energy Management, Energy Meter, Type EM21. Tekninen esite.
- 7 Nylund Oy. 2017. Valaistuksen ohjaus. Verkkoaineisto. <<https://nylund.fi/tuotteet/valaistusratkaisut/valaistuksen-ohjaus/dali-lasnaolotunnistimet/pd4-m-trio-2dali-1c>>. Luettu 23.10.2017.
- 8 ST Ohjeisto 1, 2009, Paloilmoittimen suunnittelu, asennus, huolto ja kunnossapito. Sähkötieto Ry.
- 9 ST 59.10, 2014, Turvavalaistus ja poistumisopasteet. Suunnittelu, Sähkötieto Ry.
- 10 Antti Koistinen, 2017, Lämmitätkö sähköllä? Verkkoyhtiö voi alkaa laskuttaa sinua kulutuspiikeistä. Verkkoaineisto <<https://yle.fi/uutiset/3-9794329>>. Päivitetty 25.8.2017. Luettu 29.10.2017
- 11 Trendtec, valvomo-ohjelmistot <<http://www.trendtec.fi/upl/website/valvomo-ohjelmistot/963Valvomoesite.pdf>>. luettu 25.10.2017.
- 12 Kokemäen Sähkö, Myynti- ja siirtohinnoisto 1.5.2017.
- 13 Jeven Oy, 2017, UV-Swing Control-valvontayksikkö, tekninen esite.
- 14 Philips Lighting, tuoteluettelo <<http://www.lighting.philips.com/main/prof/indoor-luminaires/waterproof-and-cleanroom/cleanroom/cleanroom-led>>. Luettu 25.10.2017.
- 15 Glamox, tuoteluettelo, <<http://glamox.com/fi/products/c62-r>>. Luettu 25.10.2017.

Liite 1. Valaistuslaskelmat

Liite vain työn tilaajan käyttöön.

Liite 2. Sähkösuunnitelmat, tasopiirustus

Liite vain työn tilaajan käyttöön.

Liite 3. Sähkösuunnitelmat, kylmälaitejärjestelmät

Liite vain työn tilaajan käyttöön.

.

Liite 4. Sähkösuunnitelmat, keskuskaavio

Liite vain työn tilaajan käyttöön.